

Agricultura y Silvicultura

Evaluación del crecimiento micelial y productivo de *Pleurotus sapidus* a nivel *in vitro* y sobre residuo de maíz (*Zea mays*)

Evaluation of mycelial and productive growth of *pleurotus sapidus* *in vitro* and on maize waste (*Zea mays*)

Manuel Ricardo Saltos Giler¹; Mendieta Morrillo Ronald Roberty²; María Eugenia Intriago Cool²; Ayda De La Cruz Balon²; Mario René López Vera²

¹ Universidad Técnica de Manabí, Av. Universitaria, Portoviejo, Manabí, Ecuador.

² Laboratorio de Microbiología área Agroindustrial, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Féliz López, Calle 10 de Agosto N° 82 y Granda Centeno, Calceta, Manabí, Ecuador.

* Autor para correspondencia: mrene782@gmail.com

Resumen

Se llevó a cabo la evaluación del cultivo de *Pleurotus sapidus*, para determinar el mejor medio de cultivo y la concentración de inóculo adecuado en el residuo de maíz (*Zea mays*) sobre el cual este hongo genera un crecimiento micelial y una producción de materia orgánica de alta calidad. La cepa fue obtenida del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Las fases experimentales se realizaron de manera secuencial, en época seca de mayo a septiembre de 2013. Los tratamientos evaluados en la primera fase fueron: T1: agar papa dextrosa; T2: agar sabouraud, y T3: agar czapek. En la segunda fase se evaluaron los siguientes tratamientos: T1, T2 y T3: 40, 50 y 60g de inóculo/Kg de sustrato. Se determinó el diámetro de crecimiento y el tipo de morfología micelial. Los valores fisicoquímicos de la degradación del rastrojo de maíz se realizaron mediante un análisis proximal. Adicionalmente se tomó el peso fresco de las setas, en ambas fases experimentales se usó el diseño completamente aleatorizado y para las comparaciones de las medias se utilizó la prueba de Tukey a niveles de probabilidad $P \leq 0,05$. El crecimiento micelial y la mejor morfología micelial de *P. sapidus* fue en T2 con 88,86 mm y manifestó una características algodonosa exuberante. El análisis proximal indicó que T3 fue el mejor en las siguientes variables: lignina 12,05%; relación carbono/nitrógeno 42,72:1; y peso promedio de setas cosechadas 40,52 g; T1 fue el que presentó una excelente mineralización de macronutrientes: nitrógeno 0,76%; Fosforo 0,24% y potasio 0,53%.

Palabras clave: *Pleurotus sapidus*, medio de cultivo, residuo de maíz, inóculo, crecimiento micelial.

Abstract

The evaluation of the *Pleurotus sapidus* crop was carried out to determine the best culture medium and the appropriate inoculum concentration in the maize residue (*Zea mays*) on which this fungus generates mycelial growth and organic matter production of high quality. The strain was obtained from the Laboratory of Microbiology of Quevedo State Technical University. The experimental phases were performed sequentially, in the dry season from May to September 2013. The treatments evaluated in the first phase were: T1: potato dextrose agar, T2: Sabouraud agar and T3: czapek agar. In the second phase the treatments evaluated were: T1, T2 y T3: 40, 50 y 60g inoculum/kg substrate. Growth diameter and mycelial morphology were determined. Physicochemical values of degradation of maize stubbles were subjected to proximal analysis. Additionally, fresh mushroom weight was taken, in both experimental phases a completely randomized design was performed, differences among means were tested by Tukey's test. Significance level was defined using $P \leq 0,05$. Treatment 2 showed the best mycelial growth and morphology 88,86 mm of *P. sapidus* and displayed a lush cottony feature. The proximal analysis revealed that T3 was the best in the following variables: lignin 12,5%; C/N ratio 42,72:1; average weight of harvested mushroom 40,52g; treatment one showed a considerable macronutrients mineralization: nitrogen 0,76%; phosphorus 0,24% and potassium 0,53%.

Key words: *Pleurotus sapidus*, culture medium, maize stubble, inoculum, mycelial growth



Recibido: 12 de agosto, 2017
Aceptado: 4 de octubre, 2017

Introducción

El género *Pleurotus* es el más estudiado y cultivado durante los últimos años, debido a la facilidad de cultivo, capacidad única para degradar residuos lignocelulósicos y a la calidad de sus compuestos proteicos. Este hongo se desarrolla en la naturaleza preferiblemente sobre residuos de material leñoso o ricos en fibra como troncos, ramas y bagazos. Para su cultivo se puede utilizar materiales que contengan una composición similar a los que utiliza para crecer en su ambiente natural (Pinto & Vargas, 2008).

Peña Carrión, Rodríguez y Companioni (2002) manifiestan que a escala mundial la materia orgánica representa la principal reserva y fuente de carbono de la biosfera en los ecosistemas terrestres y de su conservación depende en gran medida la vida del planeta. Sin embargo, a pesar de su gran trascendencia, ha sido descuidada desde la década de los años 50, con la utilización y el incremento de los fertilizantes sintéticos que contaminan el ambiente.

Oei (2003) manifiesta que otra realidad se vive en el campo con respecto a la decisión que toma el agricultor con los residuos de sus cosechas. Menciona que en Ecuador, en especial en la provincia de Manabí, no se valora la potencialidad ecológica y económica de muchos subproductos agrícolas, que en la mayoría de los casos son quemados o arrojados a quebradas y ríos sin ningún tratamiento previo. Además, estima el productor no considera los efectos secundarios que conlleva esta actividad y desconoce otra alternativa para aprovechar sus residuos.

Los hongos y las bacterias forman el grupo de los descomponedores dentro de los ciclos tróficos del carbono, nitrógeno y azufre (Sánchez, 2010), capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma original. Especies como el *Pleurotus* spp. degradan y utilizan la lignina, la hemicelulosa y la celulosa con una tasa de descomposición que varía según la especie y la temperatura. Para

alimentarse, secretan enzimas sobre el sustrato donde se encuentran, lo degradan en sustancias simples y absorben los nutrimentos necesarios para su desarrollo (Chang & Miles, 2004; Rios, Hoyos, & Mosquera, 2010).

Para la propagación y cultivo de *Pleurotus* spp. a nivel *in vitro* y de sustrato se requiere de un inóculo totalmente puro (Wha, 2008) con rangos de pH entre 4,0 y 7,0 con un óptimo entre 5,0 y 6,0, que varía entre cepas y especies (Sánchez (2010). El sustrato debe suministrar carbono (a partir de celulosa, hemicelulosa y lignina), nitrógeno y compuestos inorgánicos como fuentes nutritivas (Wha, 2008), adecuado contenido de humedad sin afectar la disponibilidad de nutrientes y de oxígeno, así como tamaño de partícula (entre 2 y 5 cm) apropiada para el crecimiento y la fructificación (Sánchez, 2010).

Los estudios encontrados sobre *Pleurotus* spp., están dedicados casi exclusivamente al cultivo sumergido (Benkortbi, Hanini y Bentahar, 2007; Bettin *et al.*, 2011). En artículos consultados, la mayor parte de ellos se han dedicado expresamente a modelar la cinética del crecimiento en fase sólida, se usa como variable el crecimiento radial del hongo (Pineda, Ramos & Soto 2013), lo que permite su aplicación en el proceso de degradación de subproductos agrícola.

Tomando en consideración que la población agropecuaria manabita y del país, necesita aprovechar mejor sus residuos de cosechas de maíz, esto permite considerar que este subproducto puede ser aprovechado en diferentes usos, tales como: agrícola y pecuario; integrando al proceso de transformación de la materia orgánica, al hongo del género *P. sapidus*, que tiene una buena eficiencia para tales fines. El objetivo de este trabajo fue determinar el mejor medio de cultivo y la concentración de inóculo adecuado en el residuo de maíz (*Zea mays*) sobre el cual este hongo genera un crecimiento micelial y una producción de materia orgánica de alta calidad.

Materiales y métodos

A. Ubicación geográfica donde se efectuó de la investigación

El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Microbiología Ambiental del área Agroindustrial, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL), ubicada en la cabecera cantonal del cantón Bolívar, de la provincia de Manabí, Ecuador. Situada geográficamente entre las coordenadas 00° 50' 39" Latitud Sur, 80° 09' 33" Longitud Oeste y una Altitud de 15,5940 msnm. Las características climáticas de la zona son: Temperatura media anual de 25,6 °C, Precipitación medio anual de 838,7 mm, Humedad relativa media de 78%, T. heliofanía de 1.158 horas sola °C al año y Evaporación de 1.365,2 cm (Vera, A., 2006).

El experimento se realizó en dos fases. Una primera referente al medio de cultivo para determinar la capacidad de crecimiento micelial que tiene el hongo *P. sapidus* a nivel *in vitro*, y una segunda caracterizada por la concentración de inóculo sobre el residuo de maíz (*Z. mays*) en la producción de materia orgánica de alta calidad.

B. Primera Fase:

1. Preparación de medios sintéticos

Se emplearon medios de cultivo para el crecimiento micelial de la cepa *P. sapidus* tales como: agar papa dextrosa (PDA), agar sabouraud (SBA) y agar czapek (CZPA). El medio de PDA se elaboró con 200 g/L de papa filtrada, 17 g/L de dextrosa y gelificado con 20 g/L de agar-agar, las dosis usadas de los medios de cultivo SBA y CZPA fueron de 65 g/L y 48 g/L de su composición. El pH de los tres medios fueron ajustados a 5,8±0,2 con las soluciones de ácido clorhídrico (HCl) e hidróxido de sodio (NaOH) a 1N, la esterilización de los medios fue en autoclave vertical a 121 °C por 15 minutos. Los medios fueron distribuidos

en placas petri de 90 mm de diámetro con 20 mL. A los medios se les efectuó un control de calidad a 25±2 °C por 72 horas.

2. Preparación del inóculo

Se usó tres tipos de agares en estado sólido para conocer el crecimiento micelial de la cepa *P. sapidus* registrada con el código (PSQ), perteneciente a la colección de cultivo del Laboratorio de Microbiología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), del cantón Quevedo de la provincia de Los Ríos. La cepa fue transportada bajo condiciones de frío para evitar que se acelere su proceso enzimático normal, se rotuló con cinta adhesiva y se incluyó en el detalle de la siembra. En la cabina de flujo laminar se purificó el hongo *P. sapidus* en agar sabouraud en cuña, se incubó por 72 horas a 25±2 °C, y posteriormente se repurificó en el mismo medio en placa con las mismas condiciones para obtener micelium adecuado e iniciar el proceso de crecimiento a nivel *in vitro*.

3. Procedimiento experimental

En los respectivos medios cultivo, se inóculo micelio de 10 mm de diámetro de la cepa en estudio y se incubaron a 25±2 °C durante 8 días en los que el micelio cubrió las placas petri. Cada tratamiento se realizó con cinco replicas dando un total de 15 unidades experimentales. Las variables evaluadas en esta fase fueron: diámetro promedio del crecimiento micelial (mm) y morfología micelio. Se utilizó paquete estadístico InfoStat versión 2008 (Di Rienzo, *et al.*, 2008). Los datos obtenidos se analizaron con diseño factorial para comprobar la significación de los factores analizados a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

C. Segunda Fase:

1. Preparación de semillas de maíz para la producción de inóculo

Previamente, la semilla se limpió, lavó e hidrató por inmersión en agua durante 24 horas.

Transcurrido el tiempo de hidratación, los granos se enjuagaron y se escurrió el exceso de agua con la ayuda de un cernidor, pasando un lienzo seco sobre las semillas hasta que al momento de tomar una porción con la mano esta no quede húmeda. La cantidad de agua que absorbe la semilla es de aproximadamente 30%. La semilla fue enriquecida con 2% de azúcar. Una vez controlado el contenido de humedad en el grano, se colocó 150 g en frascos de vidrio de 250 mL de capacidad, después se esterilizó autoclave, a 121 °C durante 60 min. Los frascos esterilizados se enfriaron en un área aislada y limpia.

2. Preparación de inóculo primario

El inóculo primario, como se mencionó anteriormente, se elaboró a partir del micelio desarrollado en medio de cultivo sabouraud. Este se cortó con un sacabocado -desinfectado con alcohol al 99% y flameado-, en fragmentos de aproximadamente 15 mm y con una asa de siembra se tomó el micelio y se colocó sobre la semilla. Se usaron granos de maíz (*Z. mays*) con 30% de humedad, previamente esterilizados durante 60 min a 121 °C. Los granos se inocularon con la cepa en estudio y se incubaron a 25±2 °C durante 15 días en los que se formó el inóculo primario.

3. Preparación de Sustrato

Previo a la inoculación de *P. sapidus* al sustrato de maíz, se realizó un tratamiento mecánico con una picadora comercial, con el fin de disminuir el tamaño de las partículas en fragmento de 3-5 cm. Los sustratos fueron humedecidos en un 90% (p/v) por 24 horas con agua destilada y, posteriormente escurrido por un lapso de 2 horas, llenado en fundas termoresistentes de 23 x 37 cm y con capacidad de 1kg. L. La esterilización del sustrato se efectuó en la autoclave vertical a 121 °C por 60 minutos y, finalmente se dejó enfriar a temperatura ambiente. Para determinar la eficiencia del autoclave se colocó cinta indicadora de esterilidad y se preparó una bolsa de cada uno de los tratamientos sin la adición de la semilla de *P. sapidus*.

4. Inoculación en sustrato de maíz

La inoculación se realizó en cada una de las bolsas con inóculo primario estéril. Este se cortó con un bisturí - desinfectado con alcohol al 99% y flameado- en fragmentos de aproximadamente 1 cm y con una asa de siembra. Se tomó el micelio de las dosis diseñadas, suministrando una sola vez durante todo el proceso 30, 40 y 50g de inóculo secundario por cada bolsa de 1 kg.

5. Procedimiento experimental

Se realizó en un cuarto cerrado con un promedio de temperatura de 24±2 °C por 15 días en fase oscura. Una vez formados los primordios se expusieron a luz artificial y lámpara fluorescentes regulada automáticamente con 16/8 horas de fotoperíodo y escotoperíodo, según metodología de García (2007). El rango de humedad en el sustrato fue entre 60-65% según la técnica descrita por (Guzmán *et al.*, 2008). Cada tratamiento se lo realizó con cinco replicas dando un total de 15 unidades experimentales, las cuales además se sometieron a un análisis proximal al final del cultivo. Se determinó el porcentaje de lignina, nitrógeno, fósforo, potasio y carbono de acuerdo a las metodologías establecidas por la (AOAC, 1990). Se utilizó paquete estadístico InfoStat versión 2008 (Di Rienzo, *et al.*, 2008). Los datos obtenidos se analizaron con diseño factorial para comprobar la significación de los factores analizados a través de la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Resultados

A. Primera Fase:

1. Crecimiento radial del micelio de *P. sapidus*

En la tabla 1., se observa un mejor comportamiento en el medio SBA sobre el crecimiento radial desde las 48 hasta 264 horas de evaluación con 7,46 y 88,86 mm, alcanzando el 98,74% de colonización, obteniendo condiciones adecuadas para el crecimiento

radial normal del *P. sapidus*. De acuerdo con el análisis de varianza, se pudo determinar que no existe diferencia significativa entre los valores de crecimiento radiales en los medios de cultivo experimentados, sin embargo, los tratamientos CZPA y PDA, presentaron un comportamiento similar con una tendencia de colonización micelial constante y continua hasta 264 horas de las evaluaciones respectivas (Tabla 1).

2. Morfología micelial del hongo *P. sapidus*

Al estudiar el tipo de morfología micelial de la cepa de *P. sapidus* sobre los tres medios sólidos sintéticos de sabouraud, czapek y un medio natural de extracto de papa, suplementado con dextrosa y agar, se reporta diferente morfología

micelial, evidenciando lo favorable que es el medio sabouraud para el desarrollo de una morfología de tipo algodonoso exuberante, en tanto que los medios PDA y CZPA muestran morfologías de tipos algodonoso irregular y filamentosa irregular.

El medio de cultivo con sus componentes nutricionales, pH de $5,8 \pm 0,2$ y la temperatura de 25 ± 2 °C, permite la colonización homogénea del mismo como se muestra en la (figura 1), con ausencia de contaminación, aunque influye directamente porque afecta la disponibilidad de nutrientes, la misma que tiene un efecto negativo sobre el crecimiento del micelio de *P. sapidus*, dando como resultados diferentes tipos de morfología.

Tabla 1. Crecimiento radial del micelio de *P. sapidus*

Tratamiento	Crecimiento radial del micelio (mm) evaluados en horas									
	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264
1. PDA	6,53	15,93	18,99	26,06	29,99	34,66	41,13	46,26	52,46	61,79
2. SBA	7,46	20,93	27,32	35,66	44,33	53,13	61,59	71,92	81,66	88,86
3. CZPA	6,19	15,32	22,99	29,43	38,59	48,33	57,53	67,46	78,13	85,39
Tukey 0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	11,04	2,91	8,23	3,76	3,46	3,96	5,82	6,45	5,07	5,43

Valores con la misma letra no difieren entre sí, según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).



Figura 1. Tipos de morfología micelial de la cepa de *P. sapidus* en tres medios sólidos sintéticos (PDA: Algodonoso irregular; SBA: Algodonoso exuberante, y CZPA: Filamentoso irregular).

B. Segunda Fase:

1. Análisis proximal

Las dosis de inóculo del hongo *P. sapidus* en el rastrojo de maíz proporcionó información sobre su capacidad para degradar con facilidad la materia orgánica del subproducto. La Tabla III, muestra los resultados de los tratamientos que contenían las dosis de 0, 30, 40 y 50g de inóculo secundario por cada bolsa de 1Kg, respectivamente. En dosis de 50g de inóculo por cada bolsa de 1Kg se registró valores de lignina de 12,05%, mientras que con las dosis 0, 30 y 40g de inóculo por cada bolsa de 1Kg los contenidos de lignina fueron 14,76; 13,14 y 12,36%. El análisis estadístico determinó que las dosis de inóculo presentan diferencias significativas.

2. Relación y reducción de carbono y nitrógeno en el rastrojo de maíz

Al observar la relación de carbono y nitrógeno en el rastrojo de maíz con las dosis de inóculo evaluados (Tabla 3), se encontró que la dosis con 50g de inóculo posee una mejor relación y mayor reducción de carbono y nitrógeno con 42,72:1 y 88,98%, además permite una colonización homogénea del rastrojo de maíz (Figura 2), presentado diferencia estadística en los tratamientos. Se puede evidenciar que la dosis de inóculo del hongos *P. sapidus* realiza eficientemente una descomposición anaerobia por tener fuentes idóneas de carbono y de nitrógeno presente en el rastrojo de maíz, sin embargo la degradación fue incompleta debido al tiempo de acción de *P. sapidus* en el proceso.

Tabla 2. Análisis proximal del rastrojo de maíz a la semana cinco de inoculado el *P. sapidus*

Análisis	Tratamiento			
	To	T1	T2	T3
Lignina (%)	14,76 d	13,14 c	12,36 b	12,05 a
Nitrógeno (%)	0,38 d	0,76 a	0,42 c	0,71 b
Fosforo (%)	0,59 a	0,24 b	0,15 d	0,17 c
Potasio (%)	0,24 c	0,53 a	0,23 c	0,30 b

Promedio con distintas letras difieren estadísticamente, según Tukey ($P \geq 0,05$).

Tabla 3. Relación y reducción de carbono y nitrógeno en el rastrojo de maíz a la semana cinco de inoculado el *P. sapidus*

Indicadores	Tratamientos			
	To	T1	T2	T3
Relación (C:N)	131,70:1 d	50,27:1 b	54,35:1 c	42,72:1a
Reducción (C:N)%	0	81,42	77,35	88,98

Promedio con distintas letras difieren estadísticamente, según Tukey ($P \geq 0,05$)

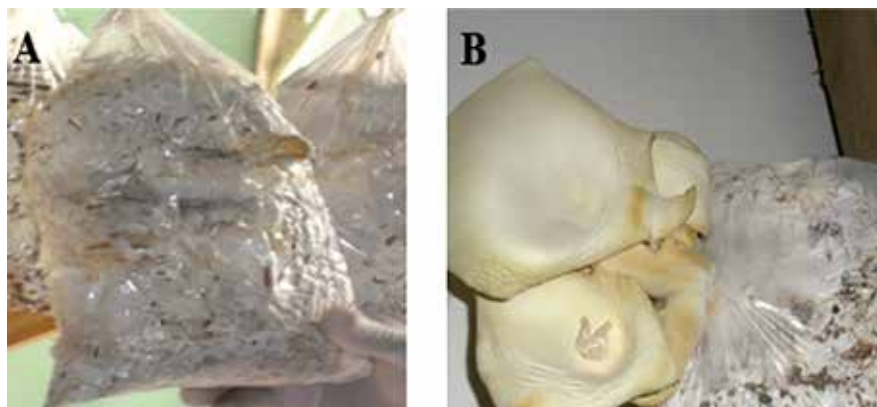


Figura 2. (A y B). Colonización total del sustrato con cepa de *P. sapidus* (A); Setas de *P. sapidus* en la primera cosecha (B).

3. Peso promedio (g) por setas cosechadas del hongo *P. sapidus* a los 30 días

En la Tabla 4, se puede notar la calidad de fructificación de acuerdo al peso. Se realizó la cosechas y se encontró que el mayor peso promedio de setas cosechadas se dio donde la dosis fue de 50g inóculo con promedio de 40, 52 g, y disminuyó en los otros dos tratamientos, observándose diferencias significativas.

Tabla 4. Peso promedio (g) por setas cosechadas del hongo *P. sapidus* a los 30 días.

Indicador	Tratamiento		
	T1	T2	T3
Peso por setas cosechadas (g)	12,88 b	15,20 b	40,52 a

Promedio con distintas letras difieren estadísticamente, según Tukey ($P \geq 0,05$).

Discusión

A. Primera Fase:

1. Crecimiento radial del micelio de *P. sapidus*

Los componentes nutricionales y el pH del medio de cultivo donde se evidenció crecimiento del hongo *P. sapidus* tienen influencia directa sobre este porque incide sobre el carácter iónico del medio e influye directamente sobre las proteínas de la membrana y la actividad enzimática ligadas a la pared celular, es decir que en condiciones no ideales de estos dos parámetros se afecta su metabolismo: si el pH y los componentes nutricionales del sustrato artificial donde crece un hongo no es adecuado, aunque las condiciones de temperatura sean óptimas, el crecimiento se verá afectado (Sánchez, 2010).

El crecimiento total del micelio en caja petri de 9 cm de diámetro se completó en 9 días a una temperatura de 25 ± 2 °C, es decir, a razón de 1 cm por día, valor muy próximo a la razón de crecimiento de los tratamientos de este estudio que presentaron crecimientos de 1,86 cm/día para SBA, demostrando que el medio SBA y

los otros medios propuestos fueron eficientes. Resultados muy similares obtuvo Rios, Hoyos & Mosquera (2010), quienes evaluaron medios de cultivo para la crecimiento *in vitro* de *Pleurotus ostreatus*, alcanzando 1,12 cm/día en el medio alternativo PDA.

2. Morfología micelial del hongo *P. sapidus*

En el comportamiento fenotípico de la morfología micelial, se evidenció que el medio SBA es el ideal para obtener una morfología algodonosa exuberante del hongo *P. sapidus* y, que depende de varios factores intrínsecos (la luz, temperatura, humedad, nutrientes y vitaminas) que repercuten en la morfología, crecimiento y reproducción del mismo. Estos resultados se asemejan a los de Elizondo & Boschini (2001), quienes reportan que la luz tiene una influencia directa en la morfología micelial *Pleurotus* spp., manifestándose fenotipos anormales o asimétricos que disminuyen su velocidad en el crecimiento.

B. Segunda Fase:

1. Análisis proximal

Es importante destacar que el comportamiento de una buena actividad enzimática extracelular del hongo *P. sapidus*, juega un rol importante en la degradación del sustrato (Delfín & Duran, 2003).

Los dos tratamientos que sobresalen en el contenido de nitrógeno son lo que contienen 30 y 50g de inóculo, ya que individualmente contienen 0,76 y 0,71% de nitrógeno total (Tabla 3), presentado diferencia estadística en cuanto al contenido del mismo. Esto puede deberse a que el nitrógeno es la fuente esencial de la síntesis de aminoácidos y vitaminas para la actividad enzimática del hongo y que la obtiene de la degradación del sustrato, pero no todos los hongos tienen la capacidad de mineralizar adecuadamente este macronutriente y está en dependencia de la especie a utilizar (Chang & Miles, 2004).

La concentración de 30g de inóculo del hongo *P. sapidus*, demostró una eficiencia en la

mineralización de los macronutrientes fósforo y potasio con 0,24 y 0,53% como se muestra en la Tabla 3, presentado diferencia estadística en ambos parámetros. Se asume que el incremento del fósforo y potasio se debe a una dosis razonada de inóculo y al tiempo del proceso que permite el incremento de la mineralización en el rastrojo de maíz (Guzmán *et al.*, 2008).

2. Relación y reducción de carbono y nitrógeno en el rastrojo de maíz

La dosis de 50g de inóculo del *P. sapidus*, permite una colonización homogénea del rastrojo de maíz como se muestra en la Figura 2, con ausencia de contaminación, aunque influye directamente sobre el desarrollo de los hongos porque afecta la disponibilidad de nutrientes. Dosis inferiores al 30g de inóculo no serán propicias y tendrán efecto negativo sobre la colonización y fructificación de *P. sapidus* (Bermúdez, García & Murlot, 2007). Mojica y Molano (2006), indican que el porcentaje de carbono total influye en la corrida del micelio debido que a mayor cantidad de carbono el hongo se adapta con mayor facilidad a la degradación del sustrato y lo usa para su crecimiento y formación de biomasa. De igual manera la dosis de 50g de inóculo *P. sapidus* influye en la reducción de carbono / nitrógeno facilitando la mineralización de la materia orgánica, resultados que se asemejan a los de Cardona (2005), quien indica que, una mineralización idónea en cualquier sustrato se logra en un tiempo prudencial de 10 semanas, alcanzando una relación óptima de carbono y nitrógeno entre 20:1 hasta 25:1.

3. Peso promedio (g) por setas cosechadas del hongo *P. sapidus* a los 30 días

La producción de *P. sapidus* en el rastrojo de maíz, influyó en el peso y en la rapidez para lograr la primera cosecha de setas a los 30 días como se demuestra en la Figura 2B. Esto se debe a que existe una mayor masa micelial y condiciones climáticas favorables que ayudan a mineralizar el sustrato con mayor facilidad, realizando una mejor conversión en ganancia de peso y tamaño, resultados que se asemejan a

(Rios, Hoyos & Mosquera, 2010) quien alcanzó la primera cosecha de setas de *Pleurotus* spp., entre 37 a 39 días con peso promedios similares.

Conclusiones

En la primera fase referente al medio de cultivo para determinar la capacidad de crecimiento micelial que tiene el hongo *P. sapidus* a nivel *in vitro*, se logró, evidenciar una mayor biomasa de crecimiento micelial, y con buena características morfológicas visibles en el medio de cultivo sabouraud. Además, se pudo validar el crecimiento radial y sus características morfológicas que se encuentran dentro de los parámetros que se reportan en la literatura como óptimos para el desarrollo de la cepa del hongo, el cual demostró su adaptabilidad para ser empleado en la producción de inóculo primario, con buenos índices de producción para posteriores investigaciones. En la segunda fase la mejor dosis de inóculo para la mineralización de lignina, relación y reducción de carbono y nitrógeno, y producción de setas de *P. sapidus* es de 50g de inóculo, dado que presenta un porcentaje de rendimiento superior al control. La dosis de 30g de inóculo, presentó una buena mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, facultando a *P. sapidus* como un hongo indispensable para los procesos de degradación biotecnológica de cualquier materia orgánica.

Bibliografía

- AOAC. (1990): Official Methods of analysis (15 ed). Washington, DC. 1298 p.
- Bermúdez, R., García, N., & Murlot, A. (2007). Fermentación sólida para la producción de *Pleurotus* sp. sobre mezclas de pulpa de café y viruta de cedro. *Tecnología Química*, 27(2), 55-62.
- Benkortbi, O., Hanini, S., & Bentahar, F. (2007). Batch kinetics and modelling of *Pleurotus* production by *Pleurotus* mutilis. *Rev Journal*, 36, 14-8.
- Bettin, F., Rosa, L., Montanari, Q., Calloni, R., Gaio, T., & Malvessi, E. (2011). Growth kinetics, production, and characterization of

- extracellular laccases from *Pleurotus sajoraj* PS-2001. *Rev Process Biochemistry*, 46 (3), 58-764.
- Cardona, L. (2005). Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* sobre residuos agrícolas de la zona cafetera. Caldas, Colombia: Cenicafé.
- Chang, S., & Miles, P. (2004). Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. Second edition, New York, *Rev Journal*, 36, 27-34.
- Elizondo, J., & Boschini, C. (2001). Efecto de la siembra sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Rev Redalyc*, 12 (2), 181-187.
- Delfín, L., & Durán, C. (2003). Biodegradación de residuos urbanos lignocelulósicos por *pleurotus*, *Rev Investigación Contaminación Ambiental*, 19 (1), 37-45.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2008). InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- García, M. (2007). Cultivo de setas y trufas. Cuarta edición. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Guzmán, G., Mata, G., Salmones, D., Soto, C., & Guzmán, L. (2008). El cultivo de los hongos comestibles con especial atención a las especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agroindustriales. México, D.F., Instituto Politécnico Nacional.
- Mojica, J., & Molano, C. (2006). Prueba de determinación de carbono total y nitrógeno total en el capacho de uchuva, la cáscara de arveja y la tusa de mazorca. Bogotá, Colombia: Laboratorio Químico Analítica de Agua.
- Oei, P. (2003). Manual sobre Cultivo de Hongos: Técnicas, Especies y Oportunidades para Aplicación en los países en desarrollo, TOOL Publicaciones, Amsterdam, Países Bajos, 274.
- Peña, E., Carrión, F., Rodríguez, A., Martínez, F., & Companioni, N. (2002). *Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana*, Ciudad de La Habana, Cuba: Editorial INIFAT.
- Pineda, J., Ramos, L., & Soto, C. (2013). Cinética del crecimiento de *Pleurotus ostreatus* en la etapa de producción del cuerpo fructífero. *Rev Redalyc*, 47 (3), 56 – 61.
- Pinto, A., & Vargas, S. (2008). Efecto de los abonos orgánicos y químicos en el cultivo de amaranto (*amaranthus caudatus* L.). Ibarra Ecuador.
- Rios, M., Hoyos, J., & Mosquera, S. (2010). Evaluación de los parámetros productivo de la semilla de *Pleurotus ostreatus* propaganda en diferentes medios de cultivo.
- Sánchez, C. (2010). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol*, 85(5), 1321–1337.
- Vera, A. (2006). Determinación de curvas de retención de agua en suelos agrícolas del campus de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. Tesis de Grado. Manabí Ecuador. Pág. 37.
- Wha, K. (2005). Manual del cultivador de hongos 1: cultivo del hongo ostra, República de Corea: Editorial Wushworld.